



TITLE:

物質の光スペクトルはどのように  
理解されるか(第36回物性若手夏の  
学校,講義ノート)

AUTHOR(S):

櫛田, 孝司

---

CITATION:

櫛田, 孝司. 物質の光スペクトルはどのように理解されるか(第36回物性  
若手夏の学校,講義ノート). 物性研究 1992, 57(4): 533-534

ISSUE DATE:

1992-01-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/94852>

RIGHT:

electron Jahn-Teller effect が関係しているのではないかと話された。

最後に、近い将来の展望として、超強磁場中で Bloch electron がどのように振舞うかを話された。零磁場から、Landau orbit が格子の大きさに等しくなるような超強磁場までのあいだでは、電子のバンド構造にフラクタル構造がみられ、磁場をより強くしていくと、また零磁場からと同じ構造が繰り返す、と言うこと、また、このような超強磁場はまだすぐには達成できないが、人工的に大きな格子を作ることは可能ではないかと話された。またこのような繰り返し構造と、通常のバンド構造における reduced zone scheme との類似性を強調されていた。

全体として、数式を余り用いず、実験結果や、そこから得られる物理的描象を中心に、非常に力強く分かりやすく説明してくださいました。難しい現象を、目に見えるように図を用いて、言葉で解説されたことが印象に残る講義でした。

ノート作成係の力不足のため、間違い、不適当な表現等、多々あると思われます。ご容赦頂けたらと思います。(本当に偉い先生でした。僕も、伊達先生みたいに偉くなりたいなあと思います。)

## 物質の光スペクトルはどのように理解されるか

大阪大学 理学部 櫛田 孝司

本講義は、櫛田先生により光の吸収及び発光スペクトルについての解析のしかたが簡単に説明された。初日は、テキストの内容のほぼすべてが説明された。二日目には、その残り簡単な理論の補足、及び結晶について行われた。その内容を、分かる範囲で簡単に紹介したい。

光物性は、光により物質からの情報を得るものである。一方、物質中での状態は、量子力学が支配している。従って、光スペクトルを理解するには、シュレーディンガー方程式を解けばよい。しかし、厳密に解が得られるのは次のようないくつかの例に限られる：1) 自由運動、2) 井戸型、3) クーロン型、4) 調和振動型などである。従って、モデルもこれらに帰着されるように立てられるべきである。又、量子力学では離散状態が実現しているので、そのスペクトルに構造が出来る。

また、RUBY の例では R, U, B, Y 線のスペクトルの幅の議論から、配位座標モデルが紹介された。これはルビーの結晶構造から、配位子場を考えた後、格子の歪による電子状態の考察をより一般化したものである。そこでは、系は電子、格子、電子-格子に分けられ、核は電子からみて止まって見える近似(断熱近似)を使うことにより、核はもはや電子が感じるポテンシャルを与えるパラメーターとなる。これから電子の状態及びエネルギーが知れる。そして、このエネルギーと核間ポテンシャルの和が核が感じる実効ポテンシャル(断熱ポテンシャル)となる。そして、各々について方程式を解けば良い。

次に、吸収スペクトルを考える。高温においては、ガウス形の曲線になり、又低温においては、その構造が見える。この解釈については先の格子振動を調和振動子として取り扱うことで理解できる。格子振動を量子

化することにより電子は離散ポテンシャル中を動くことになる（核の運動エネルギーは無視していることに注意）。これと、波数に依存しない電気双極子遷移を使い（フランク-コンドン近似）フォノン線とフォノンサイドバンドが理解できる。零フォノン線以外は、バンドとなるが、実際のスペクトルには、零フォノン線にも幅がある。これは、局在中心のばらつきで説明される。このばらつきは、サイトによるもの、よらぬもので、それぞれ不均一広がり、均一広がりに分けられる。それぞれ、ガウス型、ローレンツ型になる。励起後の振舞いとしては、励起されたポテンシャルの平衡位置から放射を伴うストークスシフトと、励起ポテンシャルと、その下にあるポテンシャルとが交わり、そこを通して移るもの（無放射遷移）が説明された。これは、ポテンシャルの図と、基準座標の振動解とから分かる。又、低温においては、トンネル効果による無放射遷移も起こりうる。

非晶質においては、局所的な準安定点がある。従って、この内の一つだけを問題とするときは、今の議論で良い。そうでないときは、その各々がサイトとなり、不均一広がりを伴う。低温においては、サイト間を移り変わることが出来ない。又、各サイトでのシステムがどのサイトにおいても同じだと考えられる（均一広がりとなる）。従って、単色光励起をすると、零フォノン線の分布関数が知れる。この実験例として、PMMA（ポリメチルメタアクリレート）があげられた。又、高温においては、サイト間の移り変わりがある。このとき、サイト間移動の時定数と寿命が同程度になるときの現象が紹介された（ダイナミック-ストークスシフト）。例として、ローダミン 6G の時間分解蛍光スペクトルが紹介された。

又、十分低温において単色光励起を行う。先の通り、あるサイトからあるサイトへの励起が起こる。励起状態において、トンネル効果が起こるとサイト間の乗り移りが可能となる。そのために放射が起こっても、元のサイトに戻らなくなることがある（永続的ホールバーニング）。その例として、Zn 置換ミオグロビンがあげられた。又、この現象は二種あり、photochemical, nonphotochemical に分けられる。又、これを利用した記憶材料も簡単に紹介された。

最後に、結晶中での配位座標モデルが紹介された。例として、GaAs のエキシトンが説明された。

以上のようなことが、二日間にわたり紹介された。講義にはたくさんの学生が参加し、質問も途中からは積極的にだされた。又、夜の懇談会にも先生に参加していただき、学生も多く集まった。これは、光物性の関心の高さのあらわれと言えよう。

勉強不足で、後半は説明が足りず、また多々間違いがあるであろう。ここで、お詫びを申し上げます。

## 有機導体における低次元電子

東京大学 教養学部 鹿兒島 誠一

8月1日、2日の二日間にわたり、電荷密度波を中心に低次元電気伝導体の物性（特に有機導体）についての講義が行なわれた。

鹿兒島先生の第一声。

「有機物と言うと化学の領域のようであるが、物性物理の観点から見ると無機物／有機物の違いは重要では